

**WEST**

Generate Collection

L1: Entry 10 of 16

File: JPAB

Mar 10, 1998

PUB-NO: JP410070079A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10070079 A  
TITLE: MANUFACTURE OF GALLIUM NITRIDE CRYSTAL

PUBN-DATE: March 10, 1998

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

YURI, MASAACKI

UEDA, TETSUZO

BABA, TAKAACKI

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

MATSUSHITA ELECTRON CORP

APPL-NO: JP08224899

APPL-DATE: August 27, 1996

INT-CL (IPC): H01 L 21/205; H01 L 33/00; H01 S 3/18

## ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce dislocation density of gallium nitride crystal and enable cleavage.

SOLUTION: After a silicon carbide thin film 2 and gallium nitride crystal 3 are formed in order on a silicon substrate 1, it is only eliminated in acid solution like mixed solution of hydrofluoric acid and nitric acid. Second gallium nitride crystal 4 is formed on the left silicon carbide 2 and gallium nitride 3. A second semiconductor thin film and gallium nitride crystal are formed on the semiconductor substrate, and it is eliminated before or after the gallium nitride crystal is formed, thereby forming gallium nitride crystal which has low dislocation density and is capable of cleavage.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-70079

(43)公開日 平成10年(1998)3月10日

(51)IntCl <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/205			H 0 1 L 21/205	
	33/00		33/00	B
H 0 1 S 3/18			H 0 1 S 3/18	

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平8-224899

(22)出願日 平成8年(1996)8月27日

(71)出願人 000005843

松下電子工業株式会社  
大阪府高槻市幸町1番1号

(72)発明者 油利 正昭

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業  
株式会社内

(72)発明者 上田 哲三

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業  
株式会社内

(72)発明者 馬場 孝明

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業  
株式会社内

(74)代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

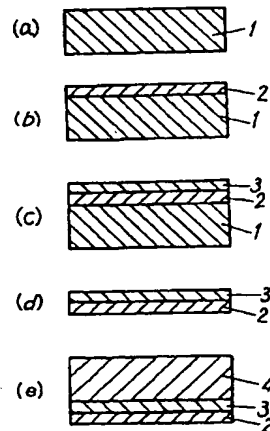
(54)【発明の名称】 窒化ガリウム結晶の製造方法

(57)【要約】

【課題】 窒化ガリウム結晶の転位密度を低減し、かつへき開を可能にする。

【解決手段】 シリコン基板1上に炭化ケイ素薄膜2、第1の窒化ガリウム結晶3を順次形成したのち、フッ酸と硝酸の混合液などの酸性溶液中で基板1のみを除去する。続いて、残った炭化ケイ素2および窒化ガリウム3の上に、第2の窒化ガリウム結晶4を形成する。

- 1 シリコン基板
- 2 炭化ケイ素薄膜
- 3 第1の窒化ガリウム結晶
- 4 第2の窒化ガリウム結晶



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上に前記半導体基板とは格子定数の異なる半導体薄膜と第1の窒化ガリウム結晶を順次形成し、続いて前記半導体基板を除去した後に、前記第1の窒化ガリウム結晶上に第2の窒化ガリウム結晶を形成することを特徴とする窒化ガリウム結晶の製造方法。

【請求項2】 半導体基板上に前記半導体基板とは格子定数の異なる半導体薄膜を形成した後に、前記半導体基板を除去し、続いて前記半導体薄膜上に窒化ガリウム結晶を形成することを特徴とする窒化ガリウム結晶の製造方法。

【請求項3】 半導体基板上に前記半導体基板とは格子定数の異なる第2の半導体薄膜と窒化ガリウム結晶を順次形成した後、半導体基板を除去することを特徴とする窒化ガリウム結晶の製造方法。

【請求項4】 シリコン基板上に炭化ケイ素薄膜と第1の窒化ガリウム結晶を順次形成し、続いて前記シリコン基板を除去した後に、前記第1の窒化ガリウム結晶上に第2の窒化ガリウム結晶を形成することを特徴とする請求項1記載の窒化ガリウム結晶の製造方法。

【請求項5】 シリコン基板上に炭化ケイ素薄膜を形成した後に、前記シリコン基板を除去し、続いて前記炭化ケイ素薄膜上に窒化ガリウム結晶を形成することを特徴とする請求項2記載の窒化ガリウム結晶の製造方法。

【請求項6】 シリコン基板上に炭化ケイ素薄膜と窒化ガリウム結晶を順次形成し、前記シリコン基板を除去することを特徴とする請求項3記載の窒化ガリウム結晶の製造方法。

【請求項7】 シリコン基板を炭化水素雰囲気中で加熱することにより炭化ケイ素薄膜を形成することを特徴とする請求項4、5又は6記載の窒化ガリウム結晶の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば短波長の半導体レーザや高温・高速度動作トランジスタなどに利用できる、窒化ガリウム結晶の製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体レーザ光ディスクの読み出し・書き込みのための光源として広く用いられている。光ディスクの単位面積当たりの記録可能情報量は、光源波長の2乗に反比例するので、高密度記録実現のためにはレーザ光源の短波長化が必要不可欠である。窒化ガリウムは禁制帯幅3.4 eVを有する直接遷移型半導体であり、窒化アルミニウムおよび窒化インジウムとの混晶を形成することが可能である。このため、半導体レーザ実現のために必要なダブルヘテロ接合構造を容易に形成できるので、波長400 nm前後の短波長レーザ材料として期

待されている。

【0003】 従来の窒化ガリウム結晶の製造方法においては、基板にサファイアを用い、前記基板上に窒化アルミニウム薄膜または窒化ガリウム薄膜を形成し、前記窒化アルミニウム薄膜または窒化ガリウム薄膜の成長温度よりも高温にて窒化ガリウム結晶を形成していた。

【0004】 以下、従来の窒化ガリウム結晶の製造方法について説明する。図5(a)、(b)、(c)は従来の窒化ガリウム結晶の製造方法を説明するための工程順断面図(フローチャート)である。同図において、5は窒化ガリウム結晶、6は例えばサファイア基板、7は例えば窒化アルミニウム薄膜である。サファイア基板6の上に、例えば成長温度550℃でトリメチルアルミニウムとアンモニアを反応させることにより窒化アルミニウム薄膜7を約300Å形成する。続いて、基板温度を例えば1050℃に昇温し、トリメチルガリウムとアンモニアを反応させることにより、窒化ガリウム結晶5を4μmの厚さに形成する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のような従来の窒化ガリウム結晶の製造方法では、サファイア基板と窒化ガリウム、窒化アンモニウムの格子定数がそれぞれ六方晶a軸において4.758Å、3.111Å、3.189Åであるため、サファイア基板と窒化ガリウム、窒化アルミニウムとの間で大きく異なることになり、成長中に基板と成長層との間にストレスが生じ、成長層側に転位またはクラックが発生する。上記の従来例によれば、窒化ガリウム結晶の転位密度は $10^9 \text{ cm}^{-2}$ 程度と大きく、一般に、これより転位密度の小さい窒化ガリウム結晶を得ることが困難であった。また、サファイア基板のへき開面方位と窒化ガリウムのへき開面方位は30度異なるため、良好な窒化ガリウムのへき開を得ることができず、半導体レーザ装置を実現するのに必要な共振器は、へき開以外の方法、例えばドライエッチングなどにより行わねばならず、良好な共振器を得るのに多くの困難をとまなうのも実情であった。

【0006】 本発明は、上記従来の課題を解決するもので、転位密度が小さく、また、へき開が容易にできる窒化ガリウム結晶の製造方法を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明の窒化ガリウム結晶の製造方法は、半導体基板上に前記半導体基板とは格子定数の異なる半導体薄膜と第1の窒化ガリウム結晶を順次形成したのち前記半導体基板を除去し、続いて第2の窒化ガリウム結晶を形成することにより、第2の窒化ガリウム結晶中の転位密度が大幅に低減され、かつ容易に特定の結晶面でへき開することができるとい知見に基づいて成されたものである。

## 【0008】

【発明の実施の形態】具体的に請求項1の発明は、半導体基板上に前記半導体基板とは格子定数の異なる半導体薄膜と第1の窒化ガリウム結晶を順次形成し、続いて前記半導体基板を除去した後に、前記第1の窒化ガリウム結晶上に第2の窒化ガリウム結晶を形成するという構成を有する。この構成により、前記半導体薄膜と第1および第2の窒化ガリウムとの間のストレスによる結晶転位およびクラックを、窒化ガリウム中ではなく、前記半導体薄膜中に生じさせることができ、前記第2の窒化ガリウム結晶中の転位密度を低減させることができる。さらに窒化ガリウムの膜厚を半導体薄膜よりも十分に大きく出来るので、例えば立方晶(110)面などの特定の結晶面で窒化ガリウムをへき開することで、この面を共振器端面とする半導体レーザ装置の実現が可能となる。

【0009】請求項2の発明は、半導体基板上に前記半導体基板とは格子定数の異なる半導体薄膜を形成した後に、前記半導体基板を除去し、続いて前記半導体薄膜上に窒化ガリウム結晶を形成するという構成を有する。この構成により、前記半導体薄膜と前記窒化ガリウム結晶との間のストレスによる結晶転位およびクラックを窒化ガリウム結晶中ではなく前記半導体薄膜中に生じさせることができ、転位密度を低減させることができる。さらに窒化ガリウム結晶の膜厚を半導体薄膜よりも十分に大きく出来るので、例えば立方晶(110)面などの特定の結晶面で窒化ガリウムをへき開することが可能となり、したがって、このへき開面を半導体レーザ装置の共振器に利用できる。

【0010】請求項3の発明は、半導体基板上に前記半導体基板とは格子定数の異なる第2の半導体薄膜と窒化ガリウム結晶を順次形成した後、半導体基板を除去するという構成を有する。この構成により、窒化ガリウムの膜厚を半導体薄膜よりも十分に大きく出来るので、例えば立方晶(110)面などの特定の結晶面で窒化ガリウムをへき開することが可能となる。

【0011】請求項4の発明は、シリコン基板上に炭化ケイ素薄膜と第1の窒化ガリウム結晶を順次形成し、続いて前記シリコン基板を除去した後に、前記第1の窒化ガリウム結晶上に第2の窒化ガリウム結晶を形成する構成を有する。この構成によれば、炭化ケイ素の格子定数が立方晶の場合で4.36Åと窒化ガリウムの4.49Åとその差がシリコン(格子定数が5.43Å)と窒化ガリウムの場合に比べると小さいため、炭化ケイ素薄膜上に窒化ガリウムを形成することにより、2層間のストレスが小さく、したがって転位密度が低減でき、かつ窒化ガリウムの特定の結晶面により窒化ガリウムをへき開することが可能となる。

【0012】請求項5の発明は、請求項2記載の発明において、シリコン基板上に炭化ケイ素薄膜を形成した後に、前記シリコン基板を除去し、続いて前記炭化ケイ素薄膜上に窒化ガリウム結晶を形成する構成を有する。

【0013】請求項6の発明は、シリコン基板上に炭化ケイ素薄膜と窒化ガリウム結晶を順次形成し、前記シリコン基板を除去する構成を有する。

【0014】請求項7の発明は、シリコン基板を炭化水素雰囲気中で加熱することにより炭化ケイ素薄膜を形成する構成を有する。この構成により、窒化ガリウム結晶成長における下地となる炭化ケイ素薄膜を均質で再現性よく形成することが可能となる。

【0015】

【実施例】以下、本発明の一実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0016】(実施例1)図1は本発明の第1の実施例における窒化ガリウム結晶の製造方法を示す工程順断面図である。同図において、1はシリコン基板、2は炭化ケイ素薄膜、3は第1の窒化ガリウム結晶、4は第2の窒化ガリウム結晶である。シリコン基板1の上に炭化ケイ素2を約500Å形成し、続いて第1の窒化ガリウム結晶3を約1μm形成する。続いて前記1、2および3をHFとHNO<sub>3</sub>を混合した酸性溶液中に浸すことにより、シリコン基板1のみを除去する。さらに前記窒化ガリウム結晶3の上に第2の窒化ガリウム結晶4を約30μm形成する。従って、本実施例では、シリコン基板1を除去することにより、窒化ガリウム結晶4の成長に際して、2層間のストレスによる結晶転位およびクラックを窒化ガリウム中ではなく前記炭化ケイ素2中に生じさせることができ、転位密度を低減させることができる。さらに、窒化ガリウム膜厚は炭化ケイ素膜厚よりも十分に大きくできるので、例えば立方晶(110)面などで窒化ガリウム結晶をへき開することが可能である。

【0017】(実施例2)図2は、本発明の第2の実施例における窒化ガリウム結晶の製造方法を示す工程順断面図である。同図において、1はシリコン基板、2は炭化ケイ素薄膜、5は窒化ガリウム結晶である。シリコン基板1の上に、炭化ケイ素2を約5000Å形成し、続いて前記シリコン基板1および炭化ケイ素2をHFとHNO<sub>3</sub>を混合した酸性溶液中に浸すことにより、前記シリコン基板1のみを除去する。さらに、前記の炭化ケイ素薄膜2の上に、窒化ガリウム結晶5を約30μm形成する。従って、本実施例では、前記シリコン基板1を除去することにより、前記窒化ガリウム結晶5の成長に際して、2層間のストレスによる結晶転位およびクラックを窒化ガリウム中ではなく前記炭化ケイ素2中に生じさせることができ、転位密度を低減させることができる。さらに、窒化ガリウム膜厚は炭化ケイ素膜厚よりも十分に大きくできるので、例えば立方晶(110)面などで窒化ガリウム結晶をへき開することが可能である。

【0018】(実施例3)図3は本発明の第3の実施例における窒化ガリウム結晶の製造方法を示す工程順断面図である。同図において、1はシリコン基板、2は炭化ケイ素薄膜、5は窒化ガリウム結晶である。シリコン基

5

板1の上に、炭化ケイ素2を約500Å形成し、続いて窒化ガリウム結晶5を約30μm形成する。続いて前記シリコン基板1、炭化ケイ素2および窒化ガリウム結晶5を例えばHFとHNO<sub>3</sub>を混合した酸性溶液中に浸すことにより、前記シリコン基板1のみを除去する。従って、本実施例では、前記シリコン基板1を除去することにより、窒化ガリウム膜厚を炭化ケイ素膜厚よりも十分に大きくできるので、例えば立方晶(110)面などで窒化ガリウム結晶をへき開することが可能である。

【0019】(実施例4)図4は本発明の第1、2、3の実施例において、炭化ケイ素薄膜をシリコン基板上に形成する第4の実施例での、成長温度および供給ガスのタイム・チャートである。同図において、時間1から時間2の間、例えばC<sub>3</sub>H<sub>8</sub>などの炭化水素雰囲気中でシリコン基板を室温から1350℃まで加熱し、さらには時間2から時間3の間温度を一定に保った後に、炭化ケイ素の供給を遮断し、例えば水素雰囲気中にて時間3から時間4の間にて室温まで降温する。従って、本実施例では、シリコン基板を炭化水素雰囲気中で加熱することにより、炭化ケイ素薄膜を均質で再現性よく形成することが可能となる。

【0020】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、半導体基板上に第2の半導体薄膜、続いて窒化ガリウム結

6

晶を形成し、前記半導体基板を前記窒化ガリウム結晶の形成前あるいは形成後に除去することにより、転位密度が低く、かつ、へき開可能な窒化ガリウム結晶を形成できるという優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の窒化ガリウム結晶の製造方法を示す工程順断面図

【図2】本発明の第2の実施例の窒化ガリウム結晶の製造方法を示す工程順断面図

【図3】本発明の第3の実施例の窒化ガリウム結晶の製造方法を示す工程順断面図

【図4】本発明の第4の実施例の窒化ガリウム結晶の製造方法におけるタイム・チャート

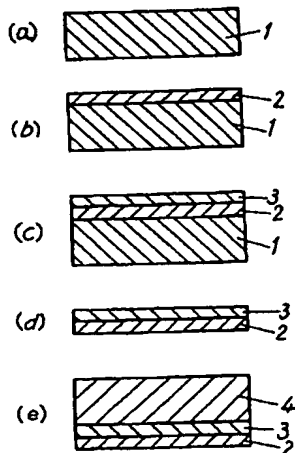
【図5】従来の窒化ガリウム結晶の製造方法を示す工程順断面図

【符号の説明】

- 1 シリコン基板
- 2 炭化ケイ素薄膜
- 3 第1の窒化ガリウム結晶
- 4 第2の窒化ガリウム結晶
- 5 窒化ガリウム結晶
- 6 サファイア基板
- 7 窒化アルミニウム薄膜

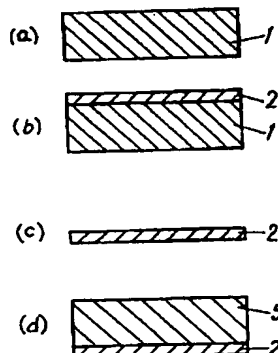
【図1】

- 1 シリコン基板
- 2 炭化ケイ素薄膜
- 3 第1の窒化ガリウム結晶
- 4 第2の窒化ガリウム結晶



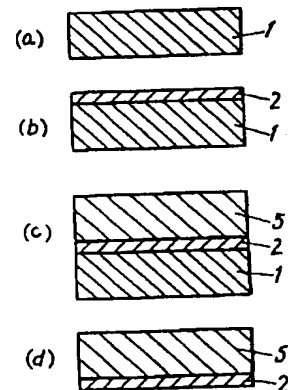
【図2】

- 1 シリコン基板
- 2 炭化ケイ素薄膜
- 5 窒化ガリウム結晶



【図3】

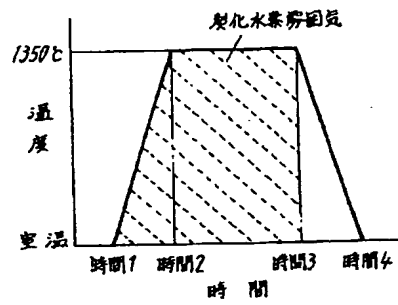
- 1 シリコン基板
- 2 炭化ケイ素薄膜
- 5 窒化ガリウム結晶



(5)

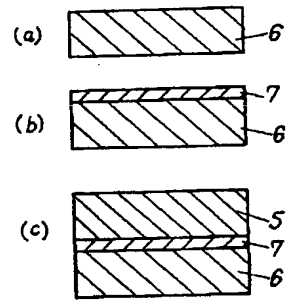
特開平10-70079

【図4】



【図5】

- 5 窒化カルシウム結晶
- 6 サファイヤ基板
- 7 窒化アルミニウム薄膜



\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the manufacture method of the gallium-nitride crystal which can be used for the semiconductor laser of short wavelength, an elevated temperature, a high-speed operation transistor, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] It is widely used as the light source for read-out and the writing of a semiconductor laser optical disk. Since the recordable amount of information per unit area of an optical disk is in inverse proportion to the square of light source wavelength, for high-density record realization, its short-wavelength-izing of a laser light source is indispensable. A gallium nitride is a direct gap semiconductor which has forbidden-band width of face of 3.4eV, and it is possible to form aluminium nitride and mixed crystal with an indium nitride. For this reason, since double heterojunction structure required for semiconductor laser realization can be formed easily, it is expected as a short-wavelength-laser material before and behind the wavelength of 400nm.

[0003] In the manufacture method of the conventional gallium-nitride crystal, sapphire was used for the substrate, the aluminium nitride thin film or the gallium-nitride thin film was formed on the aforementioned substrate, and the gallium-nitride crystal was formed at the elevated temperature rather than the growth temperature of the aforementioned aluminium nitride thin film or a gallium-nitride thin film.

[0004] Hereafter, the manufacture method of the conventional gallium-nitride crystal is explained. Drawing 5 (a), (b), and (c) are the order cross sections (flow chart) of a process for explaining the manufacture method of the conventional gallium-nitride crystal. As for a gallium-nitride crystal and 6, in this drawing, 5 is [ silicon on sapphire and 7 ] aluminium nitride thin films. Abbreviation 300A formation of an aluminium nitride thin film 7 is done by making a trimethylaluminum and ammonia react at the growth temperature of 550 degrees C on silicon on sapphire 6. Then, the gallium-nitride crystal 5 is formed in the thickness of 4 micrometers by carrying out the temperature up of the substrate temperature to 1050 degrees C, and making trimethylgallium and ammonia react.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, by the above manufacture methods of the conventional gallium-nitride crystal, since the lattice constants of silicon on sapphire, a gallium nitride, and nitriding ammonium are 4.758A, 3.111A, and 3.189A in a hexagonal a-axis, respectively, it will differ greatly between silicon on sapphire, and a gallium nitride and aluminium nitride, stress arises between a substrate and a growth phase during growth, and transposition or a crack occurs in a growth phase side. According to the above-mentioned conventional example, the dislocation density of a gallium-nitride crystal was as large as about [ 10<sup>9</sup>cm<sup>-2</sup> ] two, and, generally, it was difficult to obtain the small gallium-nitride crystal of dislocation density from this. Moreover, since the cleavage plane direction of silicon on sapphire differed from the cleavage plane direction of a gallium nitride 30 degrees, the actual condition also followed many difficulties on being unable to acquire the cleavage of a good gallium nitride, but methods other than a cleavage, for example, dry etching etc., having to perform a resonator required realizing semiconductor laser equipment, and obtaining a good resonator.

[0006] this invention solves the above-mentioned conventional technical problem, and dislocation density is small and it aims at offering the manufacture method of the gallium-nitride crystal which can do a cleavage easily.

[0007]

[Means for Solving the Problem] By removing the aforementioned semiconductor substrate, after forming the semiconductor thin film and the 1st gallium-nitride crystal into which a lattice constant differs from the aforementioned semiconductor substrate one by one on a semiconductor substrate, and forming the 2nd gallium-nitride crystal continuously, the dislocation density under 2nd gallium-nitride crystal is reduced sharply, and the manufacture method of the gallium-nitride crystal of this invention is easily accomplished based on the knowledge that a cleavage can be carried out, by the specific crystal face.

[0008]

[Embodiments of the Invention] Concretely, invention of a claim 1 forms the semiconductor thin film and the 1st gallium-nitride crystal into which a lattice constant differs from the aforementioned semiconductor substrate one by one on a semiconductor substrate, and after it removes the aforementioned semiconductor substrate continuously, it has the composition of forming the 2nd gallium-nitride crystal on the gallium-nitride crystal of the above 1st. By this composition, the

crystal transposition and the crack by stress between the aforementioned semiconductor thin film, the 1st, and 2nd gallium nitrides can be produced not in a gallium nitride but in the aforementioned semiconductor thin film, and the dislocation density under gallium-nitride crystal of the above 2nd can be reduced. Since thickness of a gallium nitride can furthermore be made larger enough than a semiconductor thin film, it becomes realizable [ the semiconductor laser equipment which makes this field a resonator end face ] by carrying out the cleavage of the gallium nitride, for example by the specific crystal faces, such as a cubic (110) side.

[0009] Invention of a claim 2 has the composition of removing the aforementioned semiconductor substrate, and forming a gallium-nitride crystal on the aforementioned semiconductor thin film continuously, after forming the semiconductor thin film in which a lattice constant differs from the aforementioned semiconductor substrate on a semiconductor substrate. By this composition, the crystal transposition and the crack by stress between the aforementioned semiconductor thin film and the aforementioned gallium-nitride crystal can be produced not in a gallium-nitride crystal but in the aforementioned semiconductor thin film, and dislocation density can be reduced. Since thickness of a gallium-nitride crystal can furthermore be made larger enough than a semiconductor thin film, it becomes possible to carry out the cleavage of the gallium nitride, for example by the specific crystal faces, such as a cubic (110) side, therefore this cleavage plane can be used for the resonator of semiconductor laser equipment.

[0010] Invention of a claim 3 has the composition of removing a semiconductor substrate, after forming the 2nd semiconductor thin film and gallium-nitride crystal into which a lattice constant differs from the aforementioned semiconductor substrate one by one on a semiconductor substrate. Since thickness of a gallium nitride can be made larger enough than a semiconductor thin film, this composition enables it to carry out the cleavage of the gallium nitride, for example by the specific crystal faces, such as a cubic (110) side.

[0011] Invention of a claim 4 forms a silicon carbide thin film and the 1st gallium-nitride crystal one by one on a silicon substrate, and after it removes the aforementioned silicon substrate continuously, it has the composition which forms the 2nd gallium-nitride crystal on the gallium-nitride crystal of the above 1st. When 4.36Å, 4.49Å, and the differences of a gallium nitride are silicon (a lattice constant is 5.43Å) and a gallium nitride in the case where the lattice constant of silicon carbide is a cubic according to this composition, the stress between two-layer becomes it is small, therefore possible [ being able to reduce dislocation density and carrying out the cleavage of the gallium nitride by the specific crystal face of a gallium nitride ] by forming a gallium nitride on a silicon carbide thin film, since it is small.

[0012] In invention according to claim 2, invention of a claim 5 has the composition which removes the aforementioned silicon substrate, and forms a gallium-nitride crystal on the aforementioned silicon carbide thin film continuously, after forming a silicon carbide thin film on a silicon substrate.

[0013] Invention of a claim 6 forms a silicon carbide thin film and a gallium-nitride crystal one by one on a silicon substrate, and has the composition which removes the aforementioned silicon substrate.

[0014] Invention of a claim 7 has the composition which forms a silicon carbide thin film by heating a silicon substrate in hydrocarbon atmosphere. It becomes possible to form the silicon carbide thin film used as the ground in a gallium-nitride crystal growth with homogeneously and sufficient repeatability by this composition.

[0015]

[Example] Hereafter, one example of this invention is explained, referring to a drawing.

[0016] (Example 1) Drawing 1 is the order cross section of a process showing the manufacture method of the gallium-nitride crystal in the 1st example of this invention. For 1, as for a silicon carbide thin film and 3, in this drawing, a silicon substrate and 2 are [ the 1st gallium-nitride crystal and 4 ] the 2nd gallium-nitride crystal. On a silicon substrate 1, abbreviation 500A formation of the silicon carbide 2 is carried out, and about 1 micrometer of 1st gallium-nitride crystal 3 is formed continuously. Then, only a silicon substrate 1 is removed by dipping the above 1, 2, and 3 into the acidic solution which mixed HF and HNO<sub>3</sub>. Furthermore, about 30 micrometers of 2nd gallium-nitride crystal 4 are formed after the aforementioned gallium-nitride crystal 3. Therefore, in this example, by removing a silicon substrate 1, on the occasion of growth of the gallium-nitride crystal 4, the crystal transposition and the crack by stress between two-layer can be produced not in a gallium nitride but in the aforementioned silicon carbide 2, and dislocation density can be reduced. Furthermore, since gallium-nitride thickness is made more greatly enough than silicon carbide thickness, it can carry out the cleavage of the gallium-nitride crystal, for example in respect of a cubic (110) etc.

[0017] (Example 2) Drawing 2 is the order cross section of a process showing the manufacture method of the gallium-nitride crystal in the 2nd example of this invention. As for a silicon substrate and 2, in this drawing, 1 is [ a silicon carbide thin film and 5 ] gallium-nitride crystals. Only the aforementioned silicon substrate 1 is removed by carrying out abbreviation 5000A formation of the silicon carbide 2 and dipping the aforementioned silicon substrate 1 and silicon carbide 2 continuously on a silicon substrate 1 into the acidic solution which mixed HF and HNO<sub>3</sub>. Furthermore, about 30 micrometers of gallium-nitride crystals 5 are formed on the aforementioned silicon carbide thin film 2. Therefore, in this example, by removing the aforementioned silicon substrate 1, on the occasion of growth of the aforementioned gallium-nitride crystal 5, the crystal transposition and the crack by stress between two-layer can be produced not in a gallium nitride but in the aforementioned silicon carbide 2, and dislocation density can be reduced. Furthermore, since gallium-nitride thickness is made more greatly enough than silicon carbide thickness, it can carry out the cleavage of the gallium-nitride crystal, for example in respect of a cubic (110) etc.

[0018] (Example 3) Drawing 3 is the order cross section of a process showing the manufacture method of the gallium-nitride



crystal in the 3rd example of this invention. As for a silicon substrate and 2, in this drawing, 1 is [ a silicon carbide thin film and 5 ] gallium-nitride crystals. On a silicon substrate 1, abbreviation 500A formation of the silicon carbide 2 is carried out, and about 30 micrometers of gallium-nitride crystals 5 are formed continuously. Then, only the aforementioned silicon substrate 1 is removed by dipping the aforementioned silicon substrate 1, silicon carbide 2, and the gallium-nitride crystal 5 into the acidic solution which mixed HF and HNO<sub>3</sub>. Therefore, in this example, since gallium-nitride thickness can be made larger enough than silicon carbide thickness by removing the aforementioned silicon substrate 1, it is possible to carry out the cleavage of the gallium-nitride crystal, for example in respect of a cubic (110) etc.

[0019] (Example 4) Drawing 4 is the time chart of the growth temperature and distributed gas in the 4th example which forms a silicon carbide thin film on a silicon substrate in the 1st, 2, and 3 example of this invention. After heating a silicon substrate from a room temperature to 1350 degrees C between time 1 and time 2 (for example, the inside of hydrocarbon atmosphere, such as C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) and keeping constant further the temperature between time 2 to the time 3, supply of silicon carbide is intercepted, for example, the temperature is lowered to a room temperature between time 3 and time 4 in hydrogen atmosphere in this drawing. Therefore, in this example, it becomes possible by heating a silicon substrate in hydrocarbon atmosphere to form a silicon carbide thin film with homogeneously and sufficient repeatability.

[0020]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the outstanding effect that dislocation density can form low the gallium-nitride crystal in which a cleavage is possible on a semiconductor substrate the 2nd semiconductor thin film and by forming a gallium-nitride crystal continuously and removing the aforementioned semiconductor substrate before formation of the aforementioned gallium-nitride crystal or after formation is acquired.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The manufacture method of the gallium-nitride crystal which forms the semiconductor thin film and the 1st gallium-nitride crystal into which a lattice constant differs from the aforementioned semiconductor substrate one by one on a semiconductor substrate, and is characterized by forming the 2nd gallium-nitride crystal on the gallium-nitride crystal of the above 1st after removing the aforementioned semiconductor substrate continuously.

[Claim 2] The manufacture method of the gallium-nitride crystal characterized by removing the aforementioned semiconductor substrate, and forming a gallium-nitride crystal on the aforementioned semiconductor thin film continuously after forming the semiconductor thin film in which a lattice constant differs from the aforementioned semiconductor substrate on a semiconductor substrate.

[Claim 3] The manufacture method of the gallium-nitride crystal characterized by removing a semiconductor substrate after forming the 2nd semiconductor thin film and gallium-nitride crystal into which a lattice constant differs from the aforementioned semiconductor substrate one by one on a semiconductor substrate.

[Claim 4] The manufacture method of the gallium-nitride crystal according to claim 1 which forms a silicon carbide thin film and the 1st gallium-nitride crystal one by one on a silicon substrate, and is characterized by forming the 2nd gallium-nitride crystal on the gallium-nitride crystal of the above 1st after removing the aforementioned silicon substrate continuously.

[Claim 5] The manufacture method of the gallium-nitride crystal according to claim 2 characterized by removing the aforementioned silicon substrate, and forming a gallium-nitride crystal on the aforementioned silicon carbide thin film continuously after forming a silicon carbide thin film on a silicon substrate.

[Claim 6] The manufacture method of the gallium-nitride crystal according to claim 3 characterized by forming a silicon carbide thin film and a gallium-nitride crystal one by one on a silicon substrate, and removing the aforementioned silicon substrate.

[Claim 7] The manufacture method of the gallium-nitride crystal according to claim 4, 5, or 6 characterized by forming a silicon carbide thin film by heating a silicon substrate in hydrocarbon atmosphere.

---

[Translation done.]